天行见物理之十
俯仰天地

李轻舟[†]
(《大学科普》编辑部　重庆　401331)

2019－10－09收到
† email:shalloplee@sina.com
DOI:10.7693/wl20191008

Mensus eram coelos, nunc terrae metior umbras. Mens coelestis erat, corporis umbra jacet.

仰天之高，俯地之深。九霄安魂，一隅安身。

—— 开普勒自拟墓志铭

星分九州

保章氏，掌天星，以志星辰日月之变动，以观天下之迁，辨其吉凶。以星土辨九州之地，所封封域，皆有分星，以观妖祥。以十有二岁之相，观天下之妖祥。以五云之物，辨吉凶、水旱降丰荒之祲象。以十有二风察天地之和，命乖别之妖祥。凡此五物者，以诏救政，访序事。

——《周礼·春官宗伯》



图1　刘向画像(《历代名臣像解》)

在中国传统的宇宙观念中，“天”与“地”从来不是孤立的存在。所谓“在天成象，在地成形，变化见矣”(《易传·系辞》)，“天之文”与“地之理”相互对应，形成一种空间上的映射关系：在天“分星”，有日名十天干、月行二十八宿(舍)、岁星(木星)十二次、斗建十二辰(地支)等；在地“分野”，有禹迹九州、先秦十三国、两汉十三刺史部等。

星部地名：角、亢，郑；氐、房、心，宋；尾、箕，燕；斗、牵牛，越；须女，吴；虚、危，齐；营室、东壁，卫；奎、娄，鲁；胃、昴、毕，魏；觜巂、参，赵；东井、舆鬼，秦；柳、七星、张，周；翼、轸，楚。

——《淮南子·天文训》

反映先秦宇宙观的《吕氏春秋·有始览》《越绝书·外传记军气》《淮南子·天文训》等文献皆录有略成体系的星野划分方案，西汉司马迁成《史记·天官书》之后，东汉班固在前代刘向、刘歆等人工作的基础上作《汉书·地理志》，“取《三统历》十二次配十二野，其言最详”(《晋书·天文志》)。

又据《周礼注疏》和《晋书·天文志》，先秦范蠡、鬼谷子，西汉张良、费直、京房，东汉张衡、蔡邕、郑玄，三国季汉诸葛亮、谯周，诸家亦在星野划分上各有申说。到魏晋之际，先后于孙吴、西晋、东晋三朝担任太史令的陈卓综合历代天文观测所得，“始列甘氏、石氏、巫咸三家星官，著于图录，并注占赞。总有二百五十四官，一千二百八十三星，并二十八宿及辅官附座一百八十二星，总二百八十三官，一千五百六十五星”(《隋书·天文志》)，终成全天星官之完备系统，为后世绘星图、制浑象的典范。凭借对周天星辰了然于胸，与陆绩、王蕃等并为孙吴浑天家的陈卓给出了最具代表性的星野划分方案(见表1)。

俯仰天地，“以星土辨九州”，这一套看似精致的映射体系[1]，是上古以降星占堪舆用以“观天下之妖祥”的利器[2]，也是两汉以来神秘话语体系构建宇宙观(或者说天人观)的重要组成。在这样一个天地相应的“宇宙”里，除了陈卓对“在天成象”的全面把握，还得有人来深刻理解“在地成形”。

制图六体

以天下土地之图，周知九州之地域广轮之数，辨其山林、川泽、丘陵、坟衍、原隰之名物。

——《周礼·地官司徒》

晋武帝泰始四年(公元268年，孙吴宝鼎三年)，身为定策重臣的尚书令、钜鹿郡公裴秀升任司空，位列“八公”。汉制，司空“掌水土事”(《续汉书·百官志》司马彪本注)，故裴秀“以职在地官，以《禹贡》山川地名，从来久远，多有变易。后世说者或强牵引，渐以暗昧。于是甄摘旧文，疑者则阙，古有名而今无者，皆随事注列，作《禹贡地域图》十八篇，奏之，藏于秘府”(《晋书·陈骞裴秀列传》)。

与陈卓的全天星图类似，裴秀主持编绘的《禹贡地域图》虽为后世舆图测绘的标杆，却未能传承至今。所幸，裴秀等人对“在地成形”的深刻理解并未随之湮没，尚有《禹贡地域图序》传世。

这篇序文主要见于《晋书·陈骞裴秀列传》，《艺文类聚》《初学记》等类书“地部”收录的版本在文字上略有出入。就其内容和表述而言，完全不受两汉神秘话语的沾染，堪称一篇纯粹的学术论文。据《晋书》所载版本(又据《艺文类聚》补正)，该文由三部分组成：

其一，回顾历史，综述文献。历经汉末三国之动荡，到西晋初年，三代“古之地图”与秦末萧何所得“秦之图籍”俱已散佚，秘府“惟有汉氏《舆地》及《括地》诸杂图”。考察这些战火孑遗后，裴秀等人发现自己所见诸图“各不设分率，又不考正准望，亦不备载名山大川”，一些“虽有粗形，皆不精审，不可依据”，另一些“荒外迂诞之言，不合事实，于义无取”，故而皆不可用。

其二，阐述制图之现世意义。司马氏集团代魏立晋，志在“肃清万里，总齐八荒”(司马懿《征辽东歌》)。为了推进统一战争，司马昭“乃命有司，撰访吴蜀地图”。曹魏景元四年(公元263年，季汉炎兴元年、孙吴永安六年)，时为曹魏实际统治者的司马昭遣三路大军伐蜀，季汉灭亡。随后，“蜀土既定，六军所经，地域远近，山川险易，征路迂直，校验图记，罔或有差”，得以对战前所制之图进行校验。综合古代的地图资料和当时的军事测绘，裴秀等人“上考《禹贡》山海川流，原隰陂泽，古之九州，及今之十六州，郡国县邑，疆界乡陬，及古国盟会旧名，水陆径路，为地图十八篇”，成《禹贡地域图》。

其三，构建核心理论，归纳“制图六体”。所谓“制图六体”，就是测绘制图的六要素，“一曰分率，所以辨广轮之度也；二曰准望，所以正彼此之体也；三曰道里，所以定所由之数也；四曰高下，五曰方邪，六曰迂直，此三者各因地而制宜，所以校夷险之异也”。其中，“分率”(或许与后世的“计里画方”相关)即比例尺，“准望”即方位，“道里”即路程，而“高下”、“方邪”和“迂直”是对“道里”的三项改正，以此将人迹经由的实际路程转化为制图所需的水平距离(也叫“鸟道之数”或“飞鸟之数”)。这六要素相互关联，“有图象而无分率，则无以审远近之差；有分率而无准望，虽得之于一隅，必失之于他方；有准望而无道里，则施于山海绝隔之地，不能以相通；有道里而无高下、方邪、迂直之校，则径路之数必与远近之实相违，失准望之正矣。故以此六者参而考之。然后远近之实定于分率，彼此之实定于准望，径路之实定于道里，度数之实定于高下、方邪、迂直之算。故虽

表1 《晋书·天文志》中的星野划分方案

先秦十三国	两汉十三刺史部（交州除外）	二十八宿	十二辰	十二次
郑	兖州	角、亢、氐	辰	寿星：自轸十二度至氐四度
宋	豫州	房、心	卯	大火：自氐五度至尾九度
燕	幽州	尾、箕	寅	析木：自尾十度至南斗十一度
吴、越	扬州	斗、牵牛、须女	丑	星纪：自南斗十二度至须女七度
齐	青州	虚、危	子	玄枵：自须女八度至危十五度
卫	并州	营室、东壁	亥	诹訾：自危十六度至奎四度
鲁	徐州	奎、娄、胃	戌	降娄：自奎五度至胃六度
赵	冀州	昴、毕	酉	大梁：自胃七度至毕十一度
魏	益州	觜、参	申	实沈：自毕十二度至东井十五度
秦	雍州	东井、舆鬼	未	鹑首：自东井十六度至柳八度
周	三河（司隶校尉部）	柳、七星、张	午	鹑火：自柳九度至张十六度
楚	荆州	翼、轸	巳	鹑尾：自张十七度至轸十一度



图2 裴秀无缘得见的《西汉长沙国南部地形图》(1973年长沙马王堆出土)

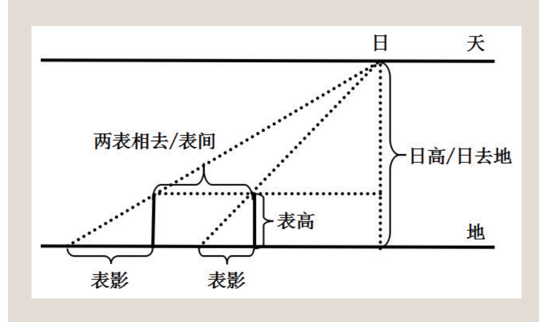


图3 重差勾股求日高示意图(作者绘制)

有峻山巨海之隔，绝域殊方之迥，登降诡曲之因，皆可得举而定者。准望之法既正，则曲直远近无所隐其形也”。

钜鹿自然，亦云经笥。娲皇炼石，晋图开秘。

——《晋书·陈骞裴秀列传》

《禹贡地域图序》中的“制图六体”，正是以裴秀为代表的魏晋学者对“在地成形”的深刻理解。此后一千多年，它一直是中国测绘制图传统中的理论纲领[3]，直至明清之际的西风东渐冲击了其中蕴涵的那个顽固的盖天宇宙观——“天象盖笠，地法覆盘”(《周髀算经·卷下》)。

重差勾股

自地至天，半于八极，则地之深亦如之。通而度之，则是浑也。将覆其数，用重差勾股，悬天之景，薄地之仪，皆移千里而差一寸得之。过此而往者，未之或知也。未之或知者，宇宙之谓也。宇之表无极，宙之端无穷。

——张衡《灵宪》

汉末三国至西晋初年，盖天说一派似乎因张衡、蔡邕、刘洪等天文历算家的活跃而日渐式微，其衍生而出的“重差勾股”之术——即便是浑天宗师张衡也离不开“重差勾股”和“移千里而差一寸”之类的盖天成说——却在南北并立的两位畴人英杰手中焕发强大的生命力，一位是孙吴的赵爽，另一位是曹魏的刘徽。

赵爽之生平不详，他自述“爽以暗蔽，才学浅昧，隣高山之仰止，慕景行之轨辙，负薪馀日，聊观《周髀》”(《周髀算经注·序》)。在他为《周髀算经》所作注中，有“日高图”(已佚)，所谓“黄甲与黄乙其实正等。以表高乘两表相去为黄甲之实。以影差为黄乙之广而一，所得则变得黄乙之袤，上与日齐。按图当加表高，今言八万里者，从表以上复加之，青丙与青己其实亦等，黄甲与青丙相连，黄乙与青己相连，其实亦等。皆以影差为广”，即以等面积的思路——正是刘徽所谓“出入相补，各从其类”(《九章算术注·勾股》)——推导出了“日高公式”：

$$日高=表高+\frac{表高\times两表相去}{影差}。$$

当然，赵爽推导日高公式并不是为了实测太阳高度，而是为了从理论上解释盖天宇宙模型中天地两平行平面相距八万里。

与赵爽遥相呼应，就在司马昭兴伐蜀之役的景元四年(公元263年)，“刘徽注《九章》”(《晋书·律历志》)，自陈“徽幼习《九章》，长再详览。观阴阳之割裂，总算术之根源，探赜之暇，遂悟其意。是以敢竭顽鲁，采其所见，为之作注”(《九章算术注·序》)。他说“凡望极高、测绝深而兼知其远者必用重差勾股，则必以重差为率，故曰重差也”(同上)，所谓“必以重差为率”，即测望之法必以“重差”为分母，而“重差”乃日下所立两表(髀)之影差(景差)。具体方法源出求日高之术，“立两表于洛阳之城，令高八尺，南北各尽平地。同日度其正中之时。以景差为法，表高乘表间为实，实如法而一。所得加表高，即日去地也”(同上)，可得“日去地公式”：

$$日去地=表高+\frac{表高\times表间}{景差}。$$

显然，该式与赵爽的“日高公式”，仅在术语表述上略有不同。刘徽更进一步“以为今之史籍且略举天地之物，考论厥数，载之于志，以阐世术之美，辄造《重差》，并为注解”(同上)。他的“重差术”是在传统立单表的勾股测望(构造相似的勾股三角形)基础上推广而成，“度高者重表，测深者累矩，孤离者三望，离而又旁求者四望”(同上)，则世间极高、绝深者尽在掌握。故

而，他将自己所撰写的《重差》附缀于《九章算术》的《勾股》章后。唐初，李淳风等人“受诏注《五曹》《孙子》……十部算经。书成，高宗令国学行用”（《旧唐书·祖孝孙傅仁均傅奕李淳风吕才列传》），列入“算经十书”的《重差》遂独立成册，因第一问测望海岛，定名《海岛算经》(另外九部为《周髀算经》《九章算术》《孙子算经》《五曹算经》《夏侯阳算经》《张丘建算经》《五经算术》《缉古算经》《缀术》)。

刘徽没有止步于对盖天宇宙模型的理论解释，他为“在天成象，在地成形”的映射关系赋予了更普适的意义——“虽夫圆穹之象犹曰可度，又况泰山之高与江海之广哉”（《九章算术注·序》）。俯仰天地万物，莫不可度量，东方“畴人”与西方“几何家”(γεωμέτρητος，“丈量大地者”)精神相契，此之谓也。

参考文献

[1] 后世对分野之说的质疑与批判，尤以清高宗乾隆皇帝之态度最为鲜明，正所谓“盖分野之说本不足信，而灾祥则更邻于谶纬，皆非正道”(《题毛晃〈禹贡指南〉六韵》诗注)，详见：邱靖嘉. 天文分野说之终结——基于传统政治文化嬗变及西学东渐思潮的考察. 历史研究，2016，(6)：34—51

[2] 比如“三十七年，楚惠王灭陈。荧惑守心。心，宋之分野也。景公忧之。司星子韦曰：‘可移于相。’景公曰：‘相，吾之股肱。’曰：‘可移于民。’景公曰：‘君者待民。’曰：‘可移于岁。’景公曰：‘岁饥民困，吾谁为君！’子韦曰：‘天高听卑。君有君人之言三，荧惑宜有动。’于是候之，果徙三度。”(《史记·宋微子世家》)，参见：(西汉)司马迁. 史记(第五册). 北京：中华书局，1959. 1631

[3] 就“制图六体”在历史上是否指导了测绘制图的实践，参见：成一农. 中国古代地图学史中“制图六体”经典地位的塑造——史学研究中分析“历史认知”形成过程的重要性. 思想战线，2019，(3)：125—132